

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年1月22日 (22.01.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/007184 A1

- (51) 国際特許分類: B30B 11/02, 11/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2002/007537
(22) 国際出願日: 2002年7月25日 (25.07.2002)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-205621 2002年7月15日 (15.07.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8117 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP). 玉川マシナリー株式会社 (TAMAGAWA MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP];

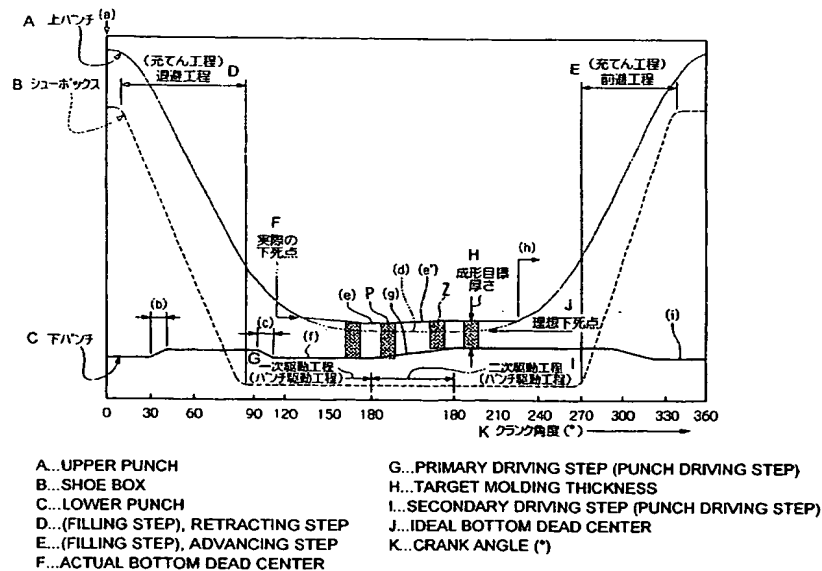
〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町6番5号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 矢野 勝彦 (YANO, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒950-8640 新潟県新潟市小金町3丁目1番1号 三菱マテリアル株式会社 新潟製作所内 Niigata (JP). 笹川 克巳 (SASAGAWA, Katsumi) [JP/JP]; 〒950-8640 新潟県新潟市小金町3丁目1番1号 三菱マテリアル株式会社 新潟製作所内 Niigata (JP). 松井 征規 (MATSUI, Masahiro) [JP/JP]; 〒950-8640 新潟県新潟市小金町3丁目1番1号 三菱マテリアル株式会社 新潟製作所内 Niigata (JP). 佐々木 政雄 (SASAKI, Masao) [JP/JP]; 〒950-8640 新潟県新潟市小金町3丁目1番1号 三菱マテリアル株式会社 新潟製作所内 Niigata (JP).

[続葉有]

(54) Title: POWDER COMPACTING METHOD AND POWDER COMPACTING SYSTEM

(54) 発明の名称: 粉末成形方法および粉末成形装置



(57) Abstract: A powder compacting method for producing a green compact having a constant height by pressure molding material powder while keeping a constant gap between upper and lower punches, comprising a step for filling the cavity with material powder, a step for driving the upper and lower punches to pressure mold the material powder filling the cavity, a primary driving step for driving any one punch until the thickness of the cavity formed between the upper and lower punches exceeds a target molding thickness, and a secondary driving step for measuring the gap between the upper and lower punches and driving any one punch until the gap reaches the target molding thickness.

(57) 要約: 本発明は、原料粉末の加圧成形に際し、上下パンチの間隔を一定にして加圧成形を行い、一定の高さの圧粉体を得るためになされたものである。本発明の粉末成形方法では、キャビティ内に原料粉末を充てんする充てん工程後、このキャビティ内に充てんされた原料粉末を上下パンチとの間で加圧成形するパンチ駆動工程にて、上下パンチ間に形

[続葉有]



ル株式会社新潟製作所内 Niigata (JP). 山田 平治 (YAMADA, Heiji) [JP/JP]; 〒940-8602 新潟県 長岡市 城岡2-4-1 玉川マシナリー株式会社内 Niigata (JP). 小林 勝 (KOBAYASHI, Masaru) [JP/JP]; 〒940-8602 新潟県 長岡市 城岡2-4-1 玉川マシナリー株式会社内 Niigata (JP). 花房 聡人 (HANABUSA, Akihito) [JP/JP]; 〒940-8602 新潟県 長岡市 城岡2-4-1 玉川マシナリー株式会社内 Niigata (JP). 佐藤 秀雄 (SATO, Hideo) [JP/JP]; 〒940-8602 新潟県 長岡市 城岡2-4-1 玉川マシナリー株式会社内 Niigata (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒169-8925 東京都 新宿区 高田馬場三丁目23番3号 ORビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

成されるキャビティの厚さを成形目標厚さよりも大きい状態となるまでいずれか一方のパンチを駆動する一次駆動工程と、上下パンチの間隔を測定しその値が成形目標厚さとなるまで制御しながらいずれか一方のパンチを駆動する二次駆動工程とを行う。

明 細 書

粉末成形方法および粉末成形装置

発明の背景

1. 発明の利用分野

本発明は、原料粉末を加圧成形する粉末成形方法および粉末成形装置に関する。

2. 従来技術の記載

従来、キャビティ内に充てんされた原料粉末を上パンチと下パンチとの間で加圧成形して圧粉体を形成するための成形装置として、上パンチの駆動をクランク等の機構により行う、いわゆる機械プレスがある。

この種の機械プレス（粉末成形装置）110の例を図8に示す。この機械プレス110は、円筒圧粉体を形成するための装置で、圧粉体の下端面を成形する円筒状の下パンチ115が固定されたフレーム111に、圧粉体の外周面を成形するダイ112、内周面を成形する円柱状のコアロッド113、および上端面を成形する円筒状の上パンチ114が、上下動可能に保持された構造を有している。

なお、図8は、上パンチ114が所定の距離だけ下降して原料粉末を加圧すると、ダイ112およびコアロッド113が上パンチ114と一体に下降を始め、原料粉末の加圧成形が終了すると、上パンチ114が上昇する一方、ダイ112およびコアロッド113がさらに下降して圧粉体の抜き出しが行われる、いわゆるウイズドロアル法による機械プレス110を示している。

上パンチ114の上下動は、図9に示すようなクランク機構116により行われる。このクランク機構116では、上パンチ114が下死点まで下降したときに、上下パンチ114、115の間隔が、得ようとする圧粉体の厚さとなるように設定されている。つまり、この機械プレス110は、固定された下パンチ115に対して、上パンチ114の動きが機械的に規制されて所定位置にまで下降するので、一定の厚さの圧粉体を得られ易いという特長を有している。

しかしながら、各部材を保持するフレーム111の伸び、撓み、原料粉末の充

てん量のばらつき等のために、上パンチ 1 1 4 が下死点まで下降しているにも拘わらず、上下パンチの間隔が所定値とならず、その結果、所定の厚さを有する圧粉体を得られず、圧粉体の厚さがばらつく場合がある。

本発明に上記の問題に鑑みてなされたもので、上下パンチの間隔を一定にして加圧成形を行い、一定の厚さを有する圧粉体を得ることを目的とする。

発明の要約

上記課題を解決するために、本発明では、キャビティ内に原料粉末を充てんする充てん工程後、このキャビティ内に充てんされた原料粉末を上パンチと下パンチとの間で加圧成形するパンチ駆動工程を行う粉末成形方法において、パンチ駆動工程が、上下パンチ間に形成されるキャビティの厚さが成形目標厚さよりも若干大きい状態となるまでいずれか一方のパンチを駆動する一次駆動工程と、上下パンチの間隔を測定し、その値が成形目標厚さとなるまで制御しながらいずれか一方のパンチを駆動する二次駆動工程とを有することを特徴としている。

あるいは、キャビティ内の原料粉末を成形するパンチ駆動工程が、いずれか一方のパンチを駆動して上下パンチを接近させる一次駆動工程と、一次駆動工程によって上下パンチの間隔が成形目標厚さよりも大きい場合に、上下パンチの間隔が成形目標厚さとなるまで制御しながら、上下パンチの少なくともいずれかを駆動する二次駆動工程とを有することを特徴としている。

この粉末成形方法において、一次駆動工程では、上下パンチのうちいずれか一方のパンチを固定して他方のパンチを駆動し、二次駆動工程では、一次駆動工程で固定した一方のパンチを駆動して他方のパンチを固定することが可能である。あるいは、両工程で一方のパンチを駆動し、他方のパンチを固定することが可能である。

この方法によれば、上下パンチの間隔を測定しながら原料粉末を成形目標厚さとなるまで加圧成形するので、フレームの伸びや撓みが生じたとしても上下パンチ間が所定間隔となり、一定の厚さを有する圧粉体を得ることが可能となる。

さらに、一次駆動工程において上下パンチの間隔を成形目標厚さよりも若干大きくなるように設定した場合には、必ず二次駆動工程において上下パンチの間隔

を調整することになる。その結果、所望の厚さを有する圧粉体を確実に成形することができる。

また、一次駆動工程でキャビティが成形目標厚さとなるように上下パンチの間隔を設定した場合には、一次駆動工程では装置の撓み等のために上下パンチの間隔が所望の値とならなかったとしても、二次駆動工程で上下パンチの間隔を小さくする調整を行うことができる。その結果、圧粉体の厚さを確実に所定値以下とすることができる。

さらに、充てん工程にて、ダイ上面に摺動可能に配置され下面が開放されたシューボックスをキャビティ上に前進させる前進工程に次いで、キャビティ上からシューボックスを退避させる退避工程を行う構成とし、退避工程途中で、下パンチをダイに対して相対的に上昇させてキャビティ内に充てんされた原料粉末の一部をダイ上に押し上げ、ダイ上に押し上げられた原料粉末の一部を退避するシューボックスにより掻き取らせ、退避工程終了時にはダイに対する下パンチの相対位置を退避工程前の位置に戻すことが好ましい。

つまり、キャビティに充てんされる原料粉末の密度がシューボックスの進退方向前後において異なるので、充てん工程に連動させて下パンチを上下に駆動しキャビティの深さを変えることにより、キャビティ内の原料粉末の体積をシューボックスの進退方向前後で異ならせて、キャビティ内に充てんされる原料粉末の量を均一にすることができる。したがって、キャビティ全体で原料粉末の充てん量が均一となるので、上下パンチの間隔を一定にしてプレスすることにより、全体が均一な密度・厚さの圧粉体を、安定して製造することが可能になる。

また、本発明に係る粉末成形装置は、キャビティ内に充てんされた原料粉末を上パンチと下パンチとの間で加圧成形する粉末成形装置であって、上下パンチのいずれか一方を上下駆動する一次駆動装置と、上下パンチのいずれか一方の上下位置を微調整駆動する二次駆動装置と、上下パンチの間隔を求めるための測定手段と、この測定手段の測定結果をフィードバックして、測定結果が目標値となるまで二次駆動装置を制御する制御部とを備えることを特徴としている。

この発明によれば、上下パンチの間隔を測定して、原料粉末を成形目標厚さとなるまで加圧成形することができるので、フレームの伸びや撓みが生じたとして

も上下パンチ間が所定間隔となり、一定の厚さの圧粉体を得ることが可能となる。

この粉末成形装置において、上下パンチのうち一方が一次駆動装置に駆動され他方が二次駆動装置に駆動される構成を採用することができる。あるいは一次駆動装置および二次駆動装置によっていずれか一方のパンチのみが駆動される構成を採用することができる。

この場合、二次駆動装置によって上パンチが駆動される構成とすれば、下パンチが固定されダイが上下動可能な構造の装置を形成しやすくなるので、ウィズドロアル法を行う粉末成形装置を容易に形成可能となる。

また、二次駆動装置によって下パンチが駆動される構成とすれば、シューボックスによる充てん時に下パンチを駆動してキャビティ内の粉末充てん量を均一にする工程を、二次駆動装置を用いて行うことができるため、装置の簡略化が実現可能となる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態による粉末成形装置の要部を示す断面図であり、充てん工程を説明する図である。

図 2 は、図 1 に示す粉末成形装置において、シューボックスの退避工程における下パンチ上昇工程を示す図である。

図 3 は、図 1 に示す粉末成形装置において、下パンチを下降させ原料粉末の充てんが完了した状態を示す図である。

図 4 A は、本発明の一実施形態による粉末成形方法を説明する図であって、上パンチを下死点まで下降させる機械駆動工程を示す断面図である。

図 4 B は、本発明の一実施形態による粉末成形方法を説明する図であって、キャビティの厚さが成形目標厚さとなるまで下パンチを上昇させる調整工程を示す断面図である。

図 4 C は、本発明の一実施形態による粉末成形方法を説明する図であって、成形された圧粉体をダイから抜き出す工程を示す断面図である。

図 5 は、粉末成形の各工程における上下パンチおよびシューボックスの作動を示す作動線図である。

図 6 は、本発明の他の実施形態による粉末成形装置の要部を示す断面図である。

図 7 は図 6 に示す粉末成形装置を用いた本発明の粉末成形方法を示す作業工程図である。

図 8 は、従来の粉末成形装置の概要を示す模式図である。

図 9 は、粉末成形装置における上パンチ駆動機構の一例を示す模式図である。

好ましい実施様態

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図 1 ～図 4 は、本発明の第 1 の実施形態による粉末成形装置 1 の要部を示し、符号 10 は上パンチ、符号 20 は下パンチ、符号 30 はコアロッド、符号 40 はダイ、符号 50 はシューボックス、符号 60 は上下パンチ間の距離 L を測定する測定手段（下死点補正用リニアスケール）、 P は原料粉末である。

ダイ 40 には成形用穴 40a が設けられており、この成形用穴 40a の中心にコアロッド 30 が配されている。成形用穴 40a とコアロッド 30 との間に形成される円筒状の空間は、下方から嵌合された円筒状の下パンチ 20 および上方から嵌合される円筒状の上パンチ 10 によって閉鎖され、キャビティ C を形成している。このキャビティ C 内で原料粉末 P を加圧して、キャビティ C に沿う形状の圧粉体 Z を成形する。

キャビティ C 内に原料粉末 P を充てんするシューボックス 50 は、下面が開放された箱形に形成され、下面をダイ 40 上面に接した状態で前後（図の左右方向）に往復摺動される。シューボックス 50 には、図示しないホッパーから原料粉末 P が供給され、図 1 に示す位置に前進してキャビティ C 上に位置することにより、内部に保持した原料粉末 P をキャビティ C 内に落下させ、充てんすることができる。

上パンチ 10 は、フレーム 70 を介して基盤 100 に対して上下移動可能に保持された上パンチ保持部材 10A に固定され、上パンチ保持部材 10A と一体に上下動することができる円筒状の部材である。上パンチ 10 が固定された上パンチ保持部材 10A は、例えば図 8 に示すようなクランク機構や、ナックルプレス、カム機構等の機構（一次駆動装置）により機械的に上下駆動される。そして、下

死点まで上パンチ 10 を下降させることにより、キャビティ C 内に充てんされた原料粉末 P を加圧することができる。

下パンチ 20 は、下パンチ保持部材 20 A に固定された円筒状の部材であって、基盤 100 に固定された流体圧シリンダ（二次駆動装置）80 のピストン 81 によって、下パンチ保持部材 20 A と一体に上下動することができる。この下パンチ 20（下パンチ保持部材 20 A）と基盤 100 との間には、基盤 100 に対する下パンチ 20 の位置を検出するための充てん量補正用リニアスケール 61 が取り付けられている。この充てん量補正用リニアスケール 61 からの検出信号を受けた制御部 90 が流体圧シリンダ 80 の流量を制御することにより、ピストン 81 すなわち下パンチ 20 を任意の位置へと移動させることができる。

下死点補正用リニアスケール（測定手段）60 は、上パンチ保持部材 10 A と下パンチ保持部材 20 A との間に取り付けられ、上パンチ保持部材 10 A と下パンチ保持部材 20 A との距離、すなわち上パンチ 10 と下パンチ 20 との間隔を測定した測定値を、信号として出力する。この信号が入力される制御部 90 には、予め目標値が設定されており、測定値がこの目標値となるように、流体圧シリンダ 80 の流量を制御することができる。目標値は、上パンチ 10 と下パンチ 20 との間で、キャビティ C の厚さが成形目標厚さとなる値である。

また、制御部 90 には、図示しないシューボックス位置検出センサから出力されシューボックス 50 の位置を示すシューボックス位置検出信号も入力される。

つぎに、以上のように構成された粉末成形装置を用いた粉末成形方法について図 5 を参照して説明する。なお、図 5 に示す作動線図において、横軸は上パンチ 10 を機械駆動するクランクの角度、縦軸は上下パンチおよびシューボックスの位置を示し、縦軸の上方がシューボックス 50 の前進側および上下パンチの上方である。

加圧成形に際しては、まず、上パンチ 10、下パンチ 20 およびダイ 40 を、それぞれ初期位置に配置する。

〔充てん工程〕

シューボックス 50 を前進させて（前進工程）、図 1 に示すようにキャビティ C 上に開口させ（図 5（a））、原料粉末 P を充てんする。このとき、シューボ

ックス50は後方(図1の右方)から前方(図1の左方)へ前進して、図1に示す位置に移動するので、始めにキャビティCの後方側上に開口してから、前方側上に開口する。したがって、キャビティCには、後方側にて相対的に長時間シューボックス50が開口し、原料粉末Pが供給されるので、後方側ほど原料粉末Pが高密度に充てんされる。

つぎに、図2に示すようにシューボックス50を後退させてキャビティCから待避させる(待避工程)とともに、この待避工程の初期において下パンチ20をダイ40に対して上昇させる(図5(b))つまり、シューボックス50を後退させて、ダイ40およびコアロッド30上に乗せられた余分の原料粉末Pを、シューボックス50の前側の壁部によって掻き取るのであるが、壁部がキャビティCの前方側よりも後退してから下パンチ20を上昇させることによって、キャビティCの後方側に充てんされた原料粉末Pの一部をダイ40上に押し上げると同時にシューボックス50により掻き取らせ、キャビティCに充てんされる原料粉末Pの量を前後部で補正する。これにより、キャビティC前方側では原料粉末Pの体積が大きく、キャビティC後方側では原料粉末Pの体積が小さくなる。

さらに、図3に示すように、シューボックス50が完全にキャビティC上から退避した後、上昇させた下パンチ20をダイ40に対して下降させ、初期位置へと戻す(図5(c))。これにより、ダイ40上に押し上げられたキャビティC前方側の原料粉末PがキャビティC内(ダイ40内)に戻され、原料粉末Pは、キャビティC内に、その充てん高さが前方側で高く後方側で低くなるように充てんされる。

つまり、原料粉末はシューボックスから自然落下によりキャビティ内に充てんされるので、シューボックスが長時間開口しているキャビティ後方側では相対的に高密度となっている。したがって、全体に同じ高さで充てんされると、密度が高いキャビティ後方側ほど多量の原料粉末が充てんされてしまい、このような充てん状態の原料粉末Pを加圧成形した圧粉体の密度は不均一となってしまう。

これに対し、本実施形態では、原料粉末の充てん高さを低密度の前方側で高く、高密度の後方側で低くすることにより、シューボックスの進退方向に沿った充てん量の不均一をなくし、キャビティCの全体に均一に原料粉末Pを充てんしてい

る。

〔パンチ駆動工程〕

図4 A～Cに、上下パンチを駆動して行う加圧成形の過程を示す。

（一次駆動工程）

まず、図4 Aに示すように、下パンチ20を固定した状態で、上パンチ10を下死点（機械的移動限界位置）まで下降させ、キャビティC内の原料粉末Pを圧縮する。この装置では、上パンチ10が図5（d）に示す2点鎖線の位置（理想下死点）まで下降するように設計されているが、装置の撓み等のために実際には例えば図5（e）に示す実線の位置までしか下降することができない。

この上パンチ10の（設計上の）理想下死点は、初期位置に固定された下パンチ20（図5（f））との間に、圧粉体の成形目標厚さよりも例えば約1mm程度大きい厚さのキャビティCを形成するように設定されている。つまり、もし装置の撓みや伸びが生じず上パンチ10が理想下死点まで下降した場合でもキャビティCの厚さは成形目標厚さよりも大きい状態となり、成形目標厚さよりも厚さが小さい圧粉体が成形されることはない。

（二次駆動工程）

つぎに、図4 Bに示すように、上パンチ10を機械駆動するクランクを停止し上パンチ10を下死点で固定した状態で、流体圧シリンダ80を駆動して下パンチ20を初期位置からキャビティCの厚さが成形目標厚さとなるまで上昇させる（図5（g））。このときの下パンチ20の移動は、下死点補正用リニアスケール60による測定値をフィードバックして行われる。

すなわち、充てん量補正用リニアスケール61からの検出信号を受けた制御部90が流体圧シリンダ80の流量を制御するとともに、下死点補正用リニアスケール60で上下パンチの間隔を測定して、その値が成形目標厚さとなるまで、制御部90により流体圧シリンダ80を駆動制御して、下パンチ20を上昇させる。

このとき、下パンチ20が上昇することにより上パンチ10が若干押し上げられることもある（図5（e'））が、上下パンチの間隔の測定値をフィードバックして下パンチ20を上昇させるので、結局キャビティCの厚さが成形目標厚さとなるまで下パンチ20が駆動されて上パンチ10の下降不足分が補正され、圧粉

体の厚さを目標値とすることができる。

そして、図4Cに示すように、上パンチ10を上昇させる（図5（h））とともに、コアロッド30およびダイ40を下パンチ20に対して下降させて、成形された圧粉体Zをダイ40から抜き出す。また、二次駆動工程において上昇させた下パンチ20は初期位置に戻り（図5（i））、次の圧粉体を成形する準備状態となる。

以上のようにして、全体に均一な密度で成形目標厚さに成形された圧粉体Zを得ることができる。

なお、上記実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において、設計要求等に基づき種々変更可能である。図示のものでは一次駆動工程で上パンチ10を機械駆動し、二次駆動工程で下パンチ20を流体圧シリンダ80により駆動したが、逆に下パンチを一次駆動工程で機械駆動して上パンチを二次駆動工程で駆動する構成としてもよい。また、上記実施形態では二次駆動装置として流体圧シリンダ80を用いたが、電気サーボモータ等、種々の駆動装置を用いることもできる。

また、上記実施形態では一次駆動工程で形成されるキャビティCの厚さを成形目標厚さよりも大きくなるようにしたが、一次駆動工程でキャビティの厚さが成形目標厚さとなるように上下パンチ位置を設定しておけば、装置の撓み等が生じてキャビティの厚さが成形目標厚さとなっていないときだけ二次駆動工程を行えばよいので、装置の制御を簡略化することができる。このような成形方法では、一次駆動工程でキャビティの厚さが成形目標厚さよりも小さくなってしまうと所望の厚さよりも小さい圧粉体が成形されてしまうが、例えば圧粉体の厚さが一定以下であれば精度的に十分な場合などには有効である。

つぎに、本発明の第2の実施形態について、図6および図7を参照して説明する。図6に示すCNCプレス装置201では、原料粉末Pが充てんされるキャビティCを有するダイ205および上パンチ208がそれぞれ上下駆動され、下パンチ209は常に固定されている。

ダイ205は、下方ラム204を介して下方ガイド202内を滑動する下方スライダ203に取り付けられ、ボールネジ機構等の駆動手段（図示せず）の駆動

により上下に移動される。ダイ205の下方には、固定板213に固定された下パンチ209が、キャビティC内に下方から嵌合するように配置されている。

下パンチ209の上方には、キャビティC内に出入可能な上パンチ208が、下パンチ209に対向して同軸に配置されている。この上パンチ208は、上パンチプレート223が取り付けられた油圧ピストン222および油圧シリンダ201からなる上方ラム207を介して、上方スライダ206内を滑動する上方ガイド210に取り付けられている。上方スライダ206は、駆動モータM（一次駆動装置）によって回転されるクランク軸212に、リンク機構211を介して連結されている。駆動モータMは、コンピュータ（制御部）220に記憶されているプログラムに沿って駆動、停止制御されるサーボモータである。

上方ラム207は、上方ガイド210に固定された油圧シリンダ221と、上パンチプレート223に取り付けられた油圧ピストン222とを有している。油圧シリンダ221には油圧供給口221aが設けられ、ここに接続された油圧供給管25を介して油圧ユニット26（二次駆動装置）から油圧が供給される。油圧の制御は、油圧供給管25に備えられコンピュータ220によって駆動される油圧サーボ弁224により行われる。

すなわち、上方ラム207においては、全体が駆動モータ（一次駆動装置）Mによって上下駆動されるとともに、油圧ピストン222が油圧ユニット（二次駆動装置）226によって上下に駆動される。

さらに、CNCプレス装置201には、上パンチ208が固定された上パンチプレート223と、下パンチ209が固定された固定板213との間に、上パンチプレート223と固定板213との間隔を測定するためのリニアスケール（測定手段）214が設けられている。このリニアスケール214の測定値はコンピュータ220に入力されており、この測定値が入力されたコンピュータ220は、プログラムに応じて、駆動モータMの駆動信号および油圧サーボ弁224の駆動信号を出力する。

以上のように構成されたCNCプレス装置201を用いた粉末成形方法について図7を参照して説明する。なお、図7に示す作動線図において、横軸は上パンチ208を機械駆動するクランク軸212の回転角度、縦軸は上下パンチ208、

209およびダイ205の上下方向を示している。

〔パンチ駆動工程〕

まず、加圧成形に際して、上パンチ208、下パンチ209およびダイ205は、それぞれ初期位置に配置しておく。

（一次駆動工程）

まず、下パンチ209およびダイ205を固定（イ）した状態で、上方ラム207を下死点（機械的移動限界位置）Dまで下降させ、原料粉末Pが充てんされたキャビティCを閉鎖する（i）。

（二次駆動工程）

クランク角度が上方ラム207が下死点Dに達する180°となると、コンピュータ220のプログラムにより、上方ラム207を機械駆動する駆動モータMが停止し、上方ラム207の下降による上パンチ208の下降が停止する（i i）。そして、上方ラム207の下降停止とともに油圧サーボ弁224を駆動して、リニアスケール214からの測定値が設定値（キャビティCの厚さが成形目標厚さとなる値）となるまで油圧シリンダ221に油圧を供給し、油圧ピストン222すなわち上パンチ208を下降させる（i i i）。さらに、油圧により上パンチ208を下降させるのと同時に、上パンチ208の下降ストロークの半分だけダイ205を下降させる（ロ）ことにより、キャビティC内の原料粉末Pが、上下両側から押圧され、均一な加圧力を受けて上下方向に均一な密度に圧縮される。

そして、リニアスケール214の測定値が設定値となると、コンピュータ220により油圧サーボ弁224が制御され、油圧ピストン222が上昇して上パンチ208が上昇し、駆動モータMの回転が再開されて上方ラム207とともに上パンチ208が上昇し（i v）、ダイ205が下降する（ハ）。これにより、成形目標厚さに成形された製品（圧粉体）Z₀が、ダイ205（キャビティC）から抜き出され、下パンチ209上に載置される。

以上のようにして、成形目標厚さに成形された圧粉体Z₀を得ることができる。

なお、上記実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において、設計要求等に基づき種々変更可能である。図示のものでは、下パンチ209を固定し、一次駆動工程およ

び二次駆動工程で上パンチ208を駆動したが、逆に下パンチを両駆動工程で駆動し上パンチを固定する構成としてもよい。

また、上記実施形態では一次駆動工程で形成されるキャビティの厚さを成形目標厚さよりも大きくなるようにしたが、一次駆動工程でキャビティの厚さが成形目標厚さとなるように上下パンチ位置を設定しておけば、装置の撓み等が生じてキャビティの厚さが成形目標厚さとなっていないときだけ二次駆動工程を行えばよいので、装置制御の簡略化および製造時間の短縮が実現できる。このような成形方法では、一次駆動工程でキャビティの厚さが成形目標厚さよりも小さくなると所望の厚さよりも小さい圧粉体が成形されてしまうが、例えば圧粉体の厚さが一定以下であれば精度的に十分な場合などには有効である。

以上説明したように、本発明によれば、上下パンチの間隔を測定しながら原料粉末を成形目標厚さとなるまで加圧成形するので、原料粉末の充てん量がばらついたり、フレームの伸びや撓みが生じたとしても、目的の厚さの圧粉体を安定して製造可能となる。

さらに、キャビティ全体に原料粉末を均一量で充てんし、上下パンチの間隔を一定にしてプレスすることにより、全体が均一な厚さ・密度の圧粉体を安定して製造可能になる。

請求の範囲

1. キャビティ内に原料粉末を充てんする充てん工程後、このキャビティ内に充てんされた原料粉末を上パンチと下パンチとの間で加圧成形するパンチ駆動工程を行う粉末成形方法であって、

前記パンチ駆動工程が、上下パンチ間に形成されるキャビティの厚さが成形目標厚さよりも若干大きい状態となるまでいずれか一方のパンチを駆動する一次駆動工程と、上下パンチの間隔を測定し、その値が前記成形目標厚さとなるまで制御しながらいずれか一方のパンチを駆動する二次駆動工程とを有する粉末成形方法。

2. キャビティ内に原料粉末を充てんする充てん工程後、このキャビティ内に充てんされた原料粉末を上パンチと下パンチとの間で加圧成形するパンチ駆動工程を行う粉末成形方法であって、

前記パンチ駆動工程が、いずれか一方のパンチを駆動して上下パンチを接近させる一次駆動工程と、前記一次駆動工程によって前記上下パンチの間隔が成形目標厚さよりも大きい場合に、前記上下パンチの間隔が成形目標厚さとなるまで制御しながら前記上下パンチの少なくともいずれかを駆動する二次工程とを有する粉末成形方法。

3. 前記パンチ駆動工程において、前記上下パンチのうちいずれか一方のパンチを前記一次駆動工程および前記二次駆動工程で駆動し、他方のパンチを前記一次駆動工程および前記二次駆動工程で固定する請求項1に記載の粉末成形方法。

4. 前記パンチ駆動工程において、前記上下パンチのうちいずれか一方のパンチを前記一次駆動工程および前記二次駆動工程で駆動し、他方のパンチを前記一次駆動工程および前記二次駆動工程で固定する請求項2に記載の粉末成形方法。

5. 前記パンチ駆動工程において、前記上下パンチのうち前記一次駆動工程でいずれか一方のパンチを固定するとともに、このパンチを前記二次駆動工程で駆動し、前記一次駆動工程で他方のパンチを駆動するとともに、このパンチを前記二次駆動工程で固定する請求項1に記載の粉末成形方法。

6. 前記パンチ駆動工程において、前記上下パンチのうち前記一次駆動工程で

いずれか一方のパンチを固定するとともに、このパンチを前記二次駆動工程で駆動し、前記一次駆動工程で他方のパンチを駆動するとともに、このパンチを前記二次駆動工程で固定する請求項 2 に記載の粉末成形方法。

7. 前記充てん工程を、前記ダイ上面に摺動可能に配置され下面が開放されたシューボックスをキャビティ上に前進させる前進工程に次いで、前記キャビティ上から前記シューボックスを退避させる退避工程を行う構成とし、前記退避工程途中で、前記下パンチを前記ダイに対して相対的に上昇させて、前記キャビティ内に充てんされた原料粉末の一部を前記ダイ上に押し上げ、このダイ上に押し上げられた原料粉末の一部を退避する前記シューボックスにより掻き取らせ、前記退避工程終了時には、前記ダイに対する前記下パンチの相対位置を退避工程前の位置に戻す請求項 1 から 6 のいずれかに記載の粉末成形方法。

8. キャビティ内に充てんされた原料粉末を上パンチと下パンチとの間で加圧成形する粉末成形装置であって、

前記上下パンチのいずれか一方を上下駆動する一次駆動装置と、

前記上下パンチのいずれか一方の上下位置を微調整駆動する二次駆動装置と、

前記上下パンチの間隔を求めるための測定手段と、

この測定手段の測定結果をフィードバックして、この測定結果が目標値となるまで前記二次駆動装置を制御する制御部とを備える粉末成形装置。

9. 前記上下パンチのうち、一方が前記一次駆動装置および前記二次駆動装置に駆動される請求項 8 に記載の粉末成形装置。

10. 前記上下パンチのうち、一方が前記一次駆動装置に駆動され、他方が前記二次駆動装置に駆動される請求項 8 に記載の粉末成形装置。

11. 前記二次駆動装置によって前記上パンチが駆動される請求項 8 から 10 のいずれかに記載の粉末成形装置。

12. 前記二次駆動装置によって前記下パンチが駆動される請求項 8 から 10 のいずれかに記載の粉末成形装置。